

УДК 633.358:631.84

Н. П. ЛУКАШЕВИЧ, Т. М. ШЛОМА

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Витебская ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины

(Поступила в редакцию 26.09.2003)

Технологические процессы возделывания гороха отличаются своеобразием биологических особенностей растений, которые благодаря симбиотической деятельности бактерий и корневой системы способны потреблять азот из воздуха. Дифференцированный подход к выбору уровня минерального питания в зависимости от сортовой специфичности и условия выращивания обусловлен необходимостью эффективного использования планируемых под урожай удобрений. В последние годы во всех научно-исследовательских программах большое внимание уделяется созданию высокопродуктивных моноценозов на основе сортов гороха зернового использования. Достигнутое соотношение (1:1) зерна к соломе у новых сортов гороха (Белус, Агат, Свитанак, Эйфель, Норд, Беларусь, Миллениум) привело к перераспределению азота в вегетативной и генеративной сферах. Новые сорта гороха формируют хорошо развитую корневую систему и при этом сохраняют высокую симбиотическую деятельность на фонах с хорошей обеспеченностью почвенным азотом: 10 ц семян гороха потребляют 67–68 кг азота, 16–17 кг фосфора и 19 кг калия. Для получения 30 ц семян гороха посеvy должно потребить около 200 кг азота.

Известно, что в зависимости от сорта и сложившихся погодных условий во время вегетационного периода формируется величина симбиотического аппарата, и доля фиксированного азота воздуха от общего его потребления колеблется в широких пределах 3–56%.

Цель работы — изучение доз азотных удобрений и сроков их внесения для среднесуглинистых почв Витебской области на новых сортах зернового использования в 2001–2003 гг.

Материалы и методы исследования. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (КС1) — 5,9–6,2, содержание подвижного фосфора 198–204 и обменного калия 180–206 мг/кг почвы, гумуса — 2,0–2,2%. Предшественник — звено севооборота картофель — зерновые культуры. Минеральные удобрения внесены из расчета P_2O_5 — 60, K_2O — 90 кг д. в/га под предпосевную обработку почвы. Азотные удобрения — согласно табл. 1.

Объектами исследования явились сорта гороха зернофуражного использования: Белус, Кудесник, Агат. Из них сорт Белус имеет усатый тип листа, который обеспечивает более высокую устойчивость к полеганию по сравнению с листочковым морфотипом.

Территория Витебской государственной сельскохозяйственной опытной станции расположена в северной агроклиматической зоне Беларуси и характеризуется умеренно континентальным климатом. Безморозный период составляет 140–142 дня.

Горох — культура холодостойкая, переносит кратковременные заморозки. Однако сроки сева в большей степени зависят от погодных условий, сложившихся в марте–апреле. Так, в 2001 и 2002 гг. посев гороха проведен в первой декаде апреля, а в 2003 г. — в начале мая.

Результаты и их обсуждение. Наибольшая урожайность семян в посевах гороха за годы изучения сформировалась в 2001 г.

Внесение минерального азота и инокуляция семян клубеньковыми бактериями не влияли на величину полевой всхожести, в зависимости от сорта и метеорологических условий она составляла 75–85%. Более высокая полевая всхожесть отмечена у сорта гороха полевого (*Sativum speciosum*).

Длительность межфазных периодов развития растений гороха весьма динамичный показатель, зависящий от особенностей сорта, метеорологических и агротехнических условий произрастания культуры. Период посев–всходы определяется в основном метеорологическими условиями. В 2001 г. он составил 14 дней, в 2002 — 18, в 2003 — 16.

Т а б л и ц а 1. Внесение азотных удобрений*

Сорт	% азота от потребности		Доза азота, кг д. в./га
	(2/3) 110 кг	Полной	
Белус	Контроль		—
Белус	Сапронит		—
Белус	20	15	22
Белус	40	30	44
Белус	60	45	66
Белус	80	60	88
Белус	100	75	110
Кудесник	Контроль		—
Кудесник	Сапронит		—
Кудесник	20	15	22
Кудесник	40	30	44
Кудесник	60	45	66
Кудесник	80	60	88
Кудесник	100	75	110
Агат	Контроль		—
Агат	Сапронит		—
Агат	20	15	22
Агат	40	30	44
Агат	60	45	66
Агат	80	60	88
Агат	100	75	110

* Проводили в три срока: 1 — перед посевом, 2 — в фазу 9—10 листьев (III этап органогенеза), 3 — в фазу бутонизации (VIII этап органогенеза).

В длительности периода всходы — бутонизация четко просматривалась сортовая специфичность. Так, бутонизация растений в контрольных вариантах в зависимости от года возделывания сорта Кудесник отмечена на 34—41-й день после всходов, у сорта Белус на 37—42-й и сорта Агат на 41—44-й день. Применение бактериального препарата (сапронит), созданного в Институте микробиологии НАН Беларуси увеличивало период всходы—цветение на 2—3 дня. Внесение 88—110 кг д. в./га минерального азота перед посевом и на III этапе органогенеза способствовало увеличению межфазного периода всходы—бутонизация на 6 дней по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность сохранилась и относительно продолжительности всего вегетационного периода. Внесение азотных удобрений на VIII этапе органогенеза (фаза бутонизации) не повлекло за собой изменение длины вегетационного периода.

Бобовые культуры оказывают большое влияние на биосферу, так как симбиотическая азотфиксация растения и клубеньковых бактерий *Rhizobium* вносит существенный вклад в баланс биологического азота. Уровень азотфиксации у гороха может составлять от 50 до 100 кг азота на 1 га/год. Чтобы повысить эффективность использования бобоворизобиального симбиоза в практических целях, необходимо активизировать научные исследования по выявлению генетических особенностей растения и условия минерального азотного питания для конкретных почвенно-климатических условий.

Учет клубеньков на корнях в динамике у различных сортов гороха показал, что их число находится в большой зависимости от наличия влаги в почве (табл. 2).

Так, сложившиеся метеорологические условия 2001 и 2003 гг. оказались более благоприятными по сравнению с 2002 г. для формирования симбиотического аппарата. Это связано с тем, что лучшая симбиотическая деятельность происходит при влажности 70% от полной влагоемкости, а в условиях недостатка влаги, что характерно для 2002 г., клубеньки не получают необходимого количества углеводов, резко снижают активность азотфиксации, а затем разрушаются. Данные по учету клубеньков на корнях растений гороха в 2003 г. показали хорошее заселение и длительную активную их деятельность.

Инокуляция семян клубеньковыми бактериями оказывает положительное влияние на формирование симбиотического аппарата. При обработке семян сапронитом количество клубеньков на корнях гороха увеличивается по сравнению с контролем в 2,1—2,5 раза.

Т а б л и ц а 2. Влияние бактериального и минерального азотного питания растений гороха на формирование симбиотического аппарата, клубеньков/растен.

Доза азота, кг д. в/га	2001			2002			2003		
	Фаза съема								
	всходы	бутонизация	цветение	всходы	бутонизация	цветение	всходы	бутонизация	цветение
<i>Горох Белус</i>									
Внесение азота перед посевом									
Контроль	26,0	31,0	10,2	6,2	4,6	1,6	30,2	36,8	34,1
Сапронит	54,6	63,6	22,4	14,0	18,2	6,8	58,6	70,4	76,2
N 22	32,0	51,4	18,6	8,4	5,0	2,4	37,1	50,6	47,6
N 44	32,4	52,8	18,4	9,2	8,8	2,8	39,6	59,2	50,4
N 66	30,0	50,2	18,0	10,6	12,3	2,8	39,4	62,7	51,6
N 88	21,2	34,2	8,0	12,4	16,0	4,6	30,2	45,3	48,2
N 110	18,0	28,0	10,2	9,0	14,0	2,8	23,1	33,0	33,6
Внесение азота на III этапе органогенеза									
N 22	25,9	34,6	14,0	6,6	5,0	2,0	32,2	39,6	35,9
N 44	27,5	36,2	16,6	7,0	5,2	2,4	29,3	43,4	36,7
N 66	24,0	32,8	12,2	6,2	5,2	2,0	28,6	49,7	45,8
N 88	25,8	30,4	12,0	6,8	5,0	2,6	33,2	50,3	49,2
N 110	28,4	31,0	10,2	6,0	5,4	2,2	31,1	34,2	40,3
Внесение азота на VIII этапе органогенеза									
N 22	26,2	32,1	14,8	7,0	4,8	2,6	32,6	28,7	30,0
N 44	25,4	31,5	15,2	6,2	5,0	2,4	28,3	34,1	36,1
N 66	24,4	29,0	16,0	7,2	4,2	2,6	29,4	30,7	34,2
N 88	26,5	30,4	14,6	6,8	4,0	2,0	30,2	32,4	29,8
N 110	25,8	32,2	15,0	6,0	4,6	2,2	32,5	29,2	25,4
<i>Горох Кудесник</i>									
Внесение азота перед посевом									
Контроль	12,2	19,8	15,2	7,4	4,2	2,2	16,9	28,0	26,4
Сапронит	35,6	42,4	24,6	12,4	12,0	4,0	40,1	49,4	49,7
N 22	24,2	24,6	17,4	9,2	4,4	2,0	34,2	40,2	38,6
N 44	26,4	28,2	18,0	10,6	5,8	2,0	36,4	41,6	35,3
N 66	20,6	21,4	17,6	9,0	5,0	1,8	29,7	37,4	35,7
N 88	14,2	16,6	12,4	8,2	5,2	1,2	20,4	24,2	29,3
N 110	14,0	15,2	10,2	8,6	4,4	1,4	18,7	14,0	19,5
Внесение азота на III этапе органогенеза									
N 22	13,8	19,8	18,4	7,0	5,0	2,6	18,2	36,2	34,7
N 44	14,0	20,8	18,0	7,8	5,2	2,4	15,3	38,1	34,9
N 66	12,5	21,2	16,2	7,6	5,8	2,8	19,6	36,4	30,2
N 88	13,0	17,6	17,0	6,8	5,2	2,0	15,7	30,7	27,4
N 110	14,2	17,4	12,8	7,0	5,2	1,4	19,0	21,4	20,0
Внесение азота на VIII этапе органогенеза									
N 22	14,4	20,2	16,2	7,4	4,0	1,2	17,6	20,2	24,1
N 44	12,9	22,0	17,2	8,2	4,6	1,6	15,3	21,6	25,6
N 66	13,0	21,5	15,0	7,6	4,2	1,4	20,1	24,2	23,3
N 88	13,5	20,8	14,2	7,2	5,0	1,0	14,9	20,7	20,6
N 110	14,0	22,5	14,6	7,0	4,6	1,2	18,6	17,9	17,2
<i>Горох Агат</i>									
Внесение азота перед посевом									
Контроль	18,8	26,8	11,8	5,4	8,6	10,4	21,2	25,2	22,6
Сапронит	51,5	66,2	72,0	10,8	14,8	18,2	50,5	64,1	65,9
N 22	17,6	27,4	16,6	6,6	9,4	10,6	22,6	30,9	34,6

Доза азота, кг д. в/га	2001			2002			2003		
	Фаза съема								
	всходы	бутонизация	цветение	всходы	бутонизация	цветение	всходы	бутонизация	цветение
N 44	20,8	25,9	18,2	5,8	10,2	14,2	23,4	34,2	40,8
N 66	22,4	26,4	14,6	6,8	13,8	16,6	27,2	37,0	42,6
N 88	16,8	22,6	13,8	7,4	15,0	18,0	24,6	33,1	44,1
N 110	14,6	20,0	11,2	6,6	10,6	14,4	18,3	22,2	30,8
Внесение азота на III этапе органогенеза									
N 22	20,2	24,6	9,6	6,0	9,0	9,6	20,1	22,6	27,4
N 44	17,4	28,4	10,2	6,4	9,6	10,2	23,2	31,2	30,8
N 66	19,0	30,0	5,2	5,8	10,0	10,2	19,7	33,6	345,1
N 88	17,5	23,6	5,2	5,0	9,8	12,4	19,9	30,2	39,6
N 110	19,4	24,4	5,0	5,6	9,0	12,0	22,3	24,4	34,3
Внесение азота на VIII этапе органогенеза									
N 22	17,8	27,0	7,2	6,2	8,0	10,2	21,8	23,0	24,6
N 44	19,0	25,8	6,4	5,2	8,6	10,4	22,7	29,2	31,4
N 66	18,5	26,4	5,2	6,0	8,2	12,0	19,5	26,9	30,8
N 88	17,4	27,0	5,8	6,6	9,0	10,2	20,4	25,3	31,0
N 110	18,0	26,5	5,0	6,2	8,8	10,6	21,3	26,4	25,6

На динамику формирования клубеньков в определенной мере сказывалось применение минеральных удобрений. Так, при внесении минерального азота перед посевом и на III этапе органогенеза до N66 количество клубеньков увеличивалось.

Фиксация азота растениями гороха наблюдается в течение продолжительного периода (от всходов до созревания). Максимальное количество клубеньков, как правило, приходится на фазу цветения. Однако в наших исследованиях этот показатель в 2001 г. был больше в фазу бутонизации. Причиной этого могут быть неблагоприятные погодные условия. В июне, когда растения находились в фазах бутонизации — конец цветения выпало большое количество осадков, превышающих норму в 1,5–2,5 раза, что привело к сильному увлажнению почвенного горизонта, что в итоге вызвало отмирание клубеньков.

В условиях 2002 г. сев гороха проводился в засушливых условиях, и это сказалось на формировании симбиотического аппарата. В фазу полных всходов образовалось значительно меньше клубеньков по сравнению с 2001 г. К моменту бутонизации осадков не было в течение 20 дней, влажность почвы оказалась низкой, что также привело к отмиранию образовавшихся ранее клубеньков.

Формирование симбиотического аппарата в течение всего вегетационного периода 2003 г. шло в благоприятных метеорологических условиях, что сказалось на активности и длительности периода его деятельности.

Лимитирующим фактором в сочетании в одном растении хорошей продуктивности и высокой азотфиксации является уровень и распределение продуктов фотосинтеза. Поэтому существует необходимость создать сорта и условия произрастания с хорошим распределением фотосинтата между двумя процессами: формированием урожая и азотфиксацией.

Размеры фотосинтетической поверхности в семенных опытах зависят от сорта и дозы внесения минерального азота. Детерминирование ростовых процессов у изученных сортов гороха обуславливало высокую технологичность посева, так как не наблюдалось израстания стебля даже на высоких фонах внесения минерального азота. Фотосинтетический потенциал составлял от 48,7 до 66,8 тыс. м²/га. Наибольшей фотосинтезирующей поверхностью обладает сорт полевого гороха Агат, что объясняется повышенным числом междоузлий на растении и более высокой оптимальной густотой посева по сравнению с другими сортами посевного гороха. Величина фотосинтезирующей поверхности увеличивалась при внесении 44–66 кг д. в. минерального азота по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность наблюдалась при определении чистой продуктивности фотосинтеза посевов гороха. В наших исследованиях она находилась в пределах 3,9–5,4 г/м²/сут.

Выводы. Конечным результатом в сельскохозяйственной науке, как правило, является выход продукции с единицы площади и себестоимость 1 т полученного зернофуража. Формирование урожайности семян на посевах гороха в наших исследованиях зависело от биологических особенностей сорта и количества потребляемого азота. Максимальную урожайность семян

69,5 ц/га обеспечили посе́вы горо́ха в 2001 г. сорта Агат при внесении минерального азота в дозе 66 кг д. в/га на III этапе органогенеза. Такая же тенденция сохранилась и в 2002—2003 гг., а в среднем за три года она составила 52,3 ц/га (табл. 3). Несколько ниже семенная продуктивность сформировалась у сортов посевного горо́ха: Кудесник — 46,5, Белус — 48,9 ц/га. Инокуляция семян клубеньковыми бактериями увеличивала урожайность семян по сравнению с контролем на 8,8—15,8% в зависимости от сорта. Затраты на обработку семян сапронитом и внесения минерального азота в дозе 44—66 кг д. в/га окупаются в 4—5 раза.

Таким образом, внесение биологического препарата сапронита и использование оптимальных доз минерального азота в условиях Витебской области позволяют создать оптимальные условия для роста и развития растений горо́ха, что способствует формированию высокой урожайности семян.

Т а б л и ц а 3. Урожайность семян на посевах горо́ха в зависимости от азотного питания, ц/га

Доза азота, кг д. в/га	2001			2002			2003			Среднее		
	Сроки внесения азота (этап органогенеза)											
	перед посевом	III	VIII	перед посевом	III	VIII	перед посевом	III	VIII	перед посевом	III	VIII
<i>Белус</i>												
Контроль	48,2	—	—	25,2	—	—	36,6	—	—	36,7	—	—
Сапронит	57,8	—	—	26,8	—	—	40,3	—	—	41,6	—	—
N 22	48,4	50,8	49,2	27,4	28,1	24,8	39,7	38,4	36,0	38,5	39,1	36,7
N 44	57,2	56,3	52,0	32,6	32,2	25,5	42,3	41,6	39,3	44,0	43,4	38,9
N 66	61,5	68,5	51,5	35,7	34,3	24,9	44,7	43,9	40,2	47,3	48,9	38,9
N 88	61,8	65,1	49,4	35,0	34,8	26,0	45,2	44,0	41,3	47,3	48,0	38,9
N 110	60,2	65,1	49,8	34,9	34,5	25,8	45,6	44,2	40,9	46,9	47,9	38,8
<i>Кудесник</i>												
Контроль	50,1	—	—	23,8	—	—	35,4	—	—	36,4	—	—
Сапронит	55,9	—	—	23,5	—	—	39,3	—	—	39,6	—	—
N 22	50,2	50,0	52,4	27,7	29,0	23,2	36,0	37,3	34,6	38,0	38,8	36,7
N 44	59,0	65,5	56,1	28,0	28,8	23,1	42,3	45,3	39,8	43,1	46,5	39,7
N 66	57,1	61,0	50,2	30,8	31,0	25,0	43,1	45,8	42,2	43,6	45,9	39,1
N 88	52,1	50,2	46,4	30,7	31,0	24,8	44,4	43,4	41,9	42,4	41,5	37,7
N 110	51,8	51,0	46,0	31,0	32,2	24,0	43,2	43,0	42,6	42,0	42,1	37,5
<i>Агат</i>												
Контроль	49,3	—	—	29,3	—	—	37,5	—	—	38,7	—	—
Сапронит	59,8	—	—	30,6	—	—	44,0	—	—	44,8	—	—
N 22	56,0	53,0	50,1	32,9	30,4	29,2	38,1	40,0	38,4	42,3	41,1	39,2
N 44	65,2	58,2	50,4	35,8	34,2	29,6	44,8	45,2	40,7	48,6	45,9	40,2
N 66	69,1	69,5	52,0	40,2	39,9	30,4	49,3	47,4	48,0	52,9	52,3	43,5
N 88	66,0	70,0	50,8	39,9	40,1	32,8	43,9	49,7	49,1	49,9	53,3	44,2
N 110	67,2	69,5	51,0	40,1	39,9	30,0	44,8	50,2	49,5	50,7	53,2	43,5

Литература

1. А м е л и н А. В. // Селекция и семеноводство. 1999. № 2—3. С. 15—21.
2. З а д о р и н А. Д. // Кормопроизводство. 2001. № 7. С. 9—11.
3. К у к р е ш Л. В. // Ахова раслін. 2002. № 4. С. 4—7.
4. К у к р е ш Л. В., Л у к а ш е в и ч Н. П. Горох (биология, агротехника, использование). Мн., 1997.

LUKASHEVICH N. P., SHLOMA T. M.

FORMATION OF CROP CAPACITY OF PEAS IN DEPENDENCE OF NITRIC FEEDING IN CONDITIONS OF VITEBSK REGION

Summary

Level of agricultural production of the republic of Belarus increases constantly, hence it needs in new technologies which give high economic profitable output of vegetable production. Peas cultivation promote enhancing of quantity of planting albumen and decreasing of its deficit at forage production. Influence of addition of mineral nitrogen under its crops has not studied presently. Investigations carried out at 2001—2003 at medium loamy soils at Vitebsk region have been shown that modern sorts of peas form high seeds productivity (65 c/ha) at introducing of mineral nitrogen of 44—66 kg/ha. Compensation of expenditures for use of nitrogen fertilizers is high.